

DT303 – Transmissor de Densidade com Tecnologia Profibus PA

César Cassiolato, Diretor de Marketing
Evaristo Orellana Alves, Gerente de Produto.

Smar Equipamentos Industriais Ltda.

1. INTRODUÇÃO

Diversos processos industriais requerem medição contínua da densidade para operarem eficientemente e garantirem qualidade e uniformidade ao produto final. Isto inclui usinas de açúcar, cervejarias, destilarias, laticínios, químicas e petroquímicas entre outras indústrias.

Muitos métodos são utilizados para a medição da densidade de líquidos, baseados em diferentes tecnologias, tais como: medidores nucleares, refratômetros, princípio de Coriolis, diapasão vibrante, areômetros, análise de laboratório, etc.

Nos itens a seguir são apresentadas as características de um novo transmissor para a medição contínua de densidade e concentração de líquidos diretamente nos processos industriais.

No item 2.0 é apresentado o transmissor digital de densidade e concentração Smar, DT303, no item 2.1 o seu princípio de funcionamento, no item 2.2 as formas de instalação e montagem, no item 2.3 os detalhes de calibração e partida, no item 2.4 são apresentados os detalhes de operação e manutenção.

No item 3 é feita a comparação do DT303 com as outras tecnologias disponíveis para a medição de densidade.

O item 4 lista algumas das aplicações mais freqüentes deste transmissor.

2. TRANSMISSOR DIGITAL DE DENSIDADE COM PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO PROFIBUS PA – DT303

O DT303 utiliza o princípio de medição de pressão diferencial entre dois pontos separados por uma distância fixa e conhecida para calcular com precisão a densidade e concentração de líquidos.

2.1. Princípio de funcionamento

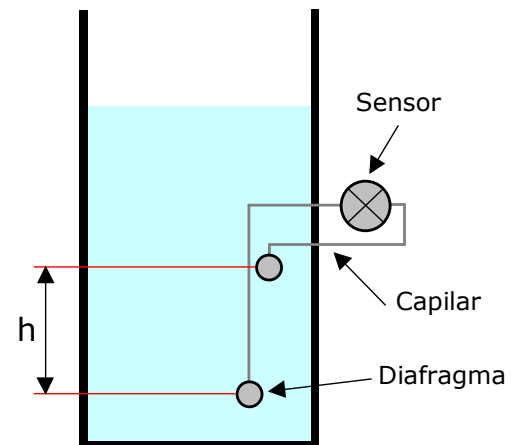
O equipamento utiliza um sensor de pressão diferencial tipo capacitivo que se comunica mediante capilares com os diafragmas submersos no fluido do processo, separados por uma distância fixa.

A pressão diferencial sobre o sensor capacitivo será diretamente proporcional à densidade do líquido medido (ver figura e fórmulas). Este valor de pressão diferencial não é afetado pela variação do nível do líquido nem pela pressão interna do tanque.

O transmissor de densidade DT303 possui ainda um sensor de temperatura localizado entre os diafragmas para efetuar a correção e normalização dos cálculos levando em conta a temperatura do processo. Com a temperatura do processo também é corrigida a distância entre os diafragmas e a variação volumétrica do fluido de enchimento dos capilares que transmitem a pressão dos diafragmas ao sensor capacitivo.

Sendo o sensor de pressão diferencial utilizado do tipo capacitivo ele gera um sinal digital. Como o processamento posterior do sinal se realiza também digitalmente, obtém-se um alto nível de estabilidade e exatidão na medição.

Com a informação gerada pelo sensor de pressão diferencial capacitivo e a temperatura do processo, o software da unidade eletrônica efetua o cálculo da densidade ou da concentração, enviando um sinal digital relacionado à escala de densidade ou concentração selecionada pelo usuário (°Brix, °Plato, °Baumé, g/cm³, etc.).



$$DP = h.g.\rho$$

$$\rho = \frac{DP}{h.g}$$

A mesma informação poderá ser acessada no indicador digital local ou de forma remota através do protocolo Profibus PA.

Os transmissores inteligentes de densidade DT303 oferecem uma exatidão de $\pm 0,0004 \text{ g/cm}^3$ ($\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{Brix}$), e podem ser utilizados em medição de densidades desde $0,5 \text{ g/cm}^3$ a 5 g/cm^3 .

Este método de medição é imune a variações de nível do recipiente e pode ser utilizado tanto em tanques abertos como pressurizados. A única obrigatoriedade é que ambos diafragmas devem estar em contato permanente com o fluido de processo.

Outra importante vantagem deste transmissor é sua robustez, pois não possui partes móveis e não é afetado por vibrações da planta, diferentemente dos medidores de densidade baseados na oscilação de um elemento sensor.

2.2. Instalação e montagem

Sendo o DT303 uma unidade única e integrada sua instalação torna-se muito simples, necessitando de apenas uma penetração no recipiente, esta característica o diferencia de outros sistemas de medição.

Esta linha de transmissores de densidade inclui um modelo industrial com montagem flangeada (foto da direita) e um modelo sanitário com conexão ao processo usando braçadeira tipo tri-clamp (foto da esquerda).



No modelo sanitário, a sonda que fica imersa no fluido de processo tem acabamento superficial polido, de acordo com a norma 3 A para evitar depósito de produto e a proliferação de bactérias.

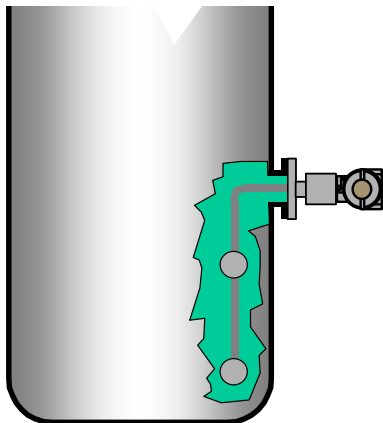
Ambos os modelos, podem ser montados de forma lateral (em tanques) ou de topo (utilizando-se vasos amostradores). Como o indicador digital pode ser rotacionado a leitura será cômoda em qualquer posição de montagem.

O DT303 pode ser montado sem a interrupção do processo e devido ao seu princípio de funcionamento não requer nenhum tipo de calibração especial em laboratório para começar a funcionar, basta energizá-lo para que ele comece a medir imediatamente pois ele deixa a fábrica já calibrado na unidade e no range de medição selecionados pelo usuário.

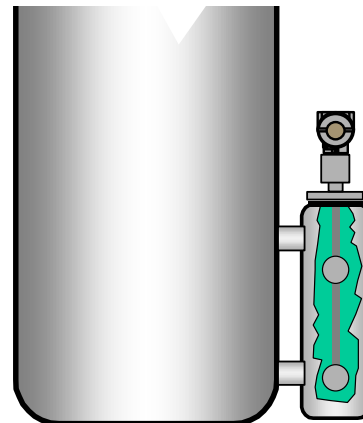
2.2.1. Montagem em tanques

Em geral, o modelo mais adequado para montagem em tanques é o modelo curvo. Este modelo é montado na parede do tanque, com uma conexão flangeada ou tri-clamp.

Quando não é possível instalar-se o transmissor diretamente no tanque pode-se utilizar um tanque amostrador externo (ver figuras abaixo).



Montagem lateral

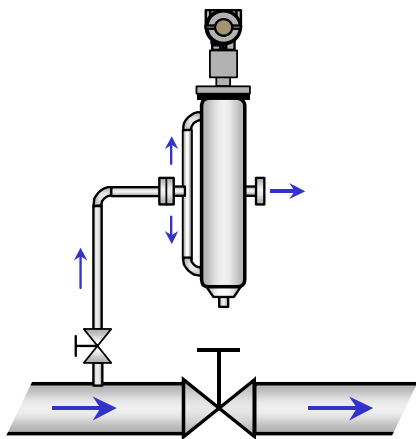


Montagem de topo

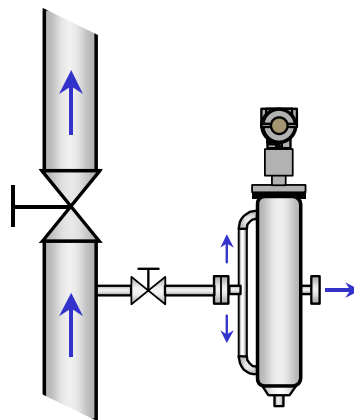
2.2.3. Montagem em linha

Nos processos em que não se disponha de recipientes ou tanques de armazenamento para fazer a medição é possível instalar-se o DT303 em linha. Para tanto basta intercalar na linha um vaso amostrador por onde circule o fluido de processo, tal como se vê nos exemplos abaixo (figuras da esquerda e do centro).

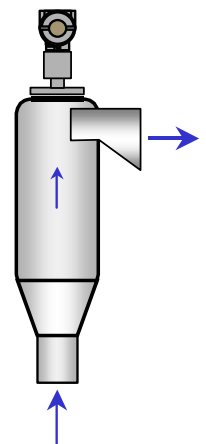
Como a entrada do produto no vaso amostrador se dá simultaneamente pela parte superior e inferior, a medição não é afetada pela velocidade de circulação do fluido.



Instalação em linha horizontal



Instalação em linha vertical



Medição por transbordamento

Outra alternativa de montagem é o uso de vaso amostrador com descarga por transbordamento, nesta configuração o produto entra pela parte inferior e transborda na parte superior (figura da direita).

Desta forma, se dimensiona o recipiente para que a altura da coluna de líquido fixa, que transborda, cubra completamente os diafragmas repetidores de pressão do transmissor.

2.3. Calibração e partida

O DT303 é calibrado em fábrica na unidade de engenharia e no range de medição designados pelo usuário, desta forma basta instalar o equipamento e energizá-lo que ele já começa a medir. Em caso de necessidade de recalibração ou reprogramação do range de trabalho pode-se utilizar o ajuste local, através de uma chave de fenda magnética, ou de forma remota, utilizando-se o Simatic PDM da Siemens. Pode-se fazer estas operações sem a necessidade de se interromper o processo. Como os cálculos de densidade e

normalização por temperatura se realizam na mesma unidade não são necessários outros dados além do range de densidade ou concentração que se vai trabalhar.

Uma característica fundamental deste transmissor é que não é necessária calibração em laboratório.

As unidades disponíveis para a medição de densidade e concentração são: g/cm³, kg/m³, lbm/ft³, °Brix, °Baumé, °Plato, °API, °INPM, °GL. Além destas unidades é possível também configurar a unidade de saída em % de Sólidos ou % de Concentração, neste caso é necessário utilizar uma das seguintes opções:

- um polinômio do 5º grau com os coeficientes configuráveis para realizar a correlação entre a função da unidade do usuário e a densidade;
- uma tabela de 16 pontos com duas entradas para realizar uma linearização da função que relaciona a unidade do usuário com a densidade.

Habilitando uma destas duas opções, o transmissor de densidade e concentração medirá primariamente a densidade enquanto que a indicação local e a saída digital seguirão a função carregada no polinômio ou na tabela.

2.4. Operação e manutenção

O transmissor de densidade DT303 oferece uma indicação direta e em unidades de engenharia do valor da densidade do líquido, assim como da temperatura do mesmo, tanto no indicador local como através da comunicação digital.

Este transmissor foi projetado para poder trabalhar com fluidos sujos, sem a necessidade de filtragem. O desenho dos diafragmas faz com que seja muito pouco freqüente o depósito de produto sobre os mesmos, desta forma não é necessário limpeza periódica do equipamento.

O modelo sanitário foi projetado especialmente para trabalhar com sistemas de limpeza CIP, assegurando que todas as partes do transmissor que tenham contato com o processo sejam alcançadas pelo fluido de lavagem do sistema CIP.

3. O Transmissor Digital de Densidade e Concentração DT303 Comparado a Outras Tecnologias

O Transmissor Digital de Densidade e Concentração, DT303, tem muitas vantagens sobre outros tipos de transmissores de densidade. Consegue-se uma exatidão de 0,0004 g/cm³ em comparação a 0,05 – 0,001 g/cm³ de outras tecnologias, permitindo maior uniformidade e qualidade ao produto final, além de em muitos casos proporcionar economia de aditivos e energia. Outra grande vantagem é a facilidade de instalação mecânica e elétrica.

3.1. Medidor Nuclear

Este método requer desde o momento da instalação licença especial devido ao uso de fontes radioativas. Além do mais deve-se verificar periodicamente se não existe vazamento de radiação na instalação, o que dificulta e encarece a montagem e a manutenção do sistema. A instalação compreende a fonte, o detector, a unidade eletrônica e o cabeamento entre os mesmos. Como a fonte de radiação requer uma alimentação de potência, não pode ser alimentado por um par de cabos.

Este sistema só pode ser utilizado em líquidos em movimento, portanto não pode ser instalado em tanques.

O transmissor de densidade DT303, não requer nenhuma certificação especial, oferece uma exatidão maior do que a de transmissores nucleares, é uma unidade única e integrada, a alimentação e a comunicação é feita pelo mesmo par de fios e pode ser utilizado tanto em tanques quanto em linha.

3.1. Medidores de Diapasão Vibrante

Devido ao consumo elevado, os transmissores de diapasão vibrante requerem alimentação separada do laço de controle. A exatidão para este tipo de transmissor é inferior à que se consegue com o transmissor de densidade Smar, DT303.

O custo do DT303 é muito inferior aos disponíveis com tecnologia de diapasão vibrante, não necessita de alimentação auxiliar e é mais robusto por não possuir partes móveis ou vibrantes.

3.2. Medidores Coriolis

Os transmissores de vazão mássica tipo Coriolis medem densidade como um dos parâmetros mas só podem ser instalados em linha na tubulação e conseqüentemente são

inadequados para medições em tanques. São também de difícil instalação e remoção. Outros problemas são: intercambiabilidade porque não há nenhuma norma para regulamentar as dimensões, a limpeza do tubo vibrante é difícil, particularmente para os tubos não retos e devido aos pequenos diâmetros não podem ser utilizados em fluidos sujos ou com sólidos em suspensão. Devido ao alto consumo, os transmissores de Coriolis não podem se beneficiar do sistema 2 fios e requerem cabeamento adicional para a alimentação. A tecnologia do medidor Coriolis usa um tubo vibrando, uma desvantagem em relação ao transmissor Smar, DT303 que não tem partes móveis.

3.3. Densidade Inferida

Este método utiliza um transmissor de pressão diferencial com selos remotos ou então dois transmissores de pressão. Deste modo se mede a pressão diferencial entre dois pontos, com o que se pode inferir a densidade. Normalmente se faz necessário uma medição adicional de temperatura para se efetuar os cálculos de compensação. A instalação requer a montagem dos três transmissores e em alguns casos de computadores de campo, onde se realizam os cálculos. Em geral, o cálculo de densidade se obtém em um sistema central e portanto não está disponível em campo.

O DT303 é uma unidade única e integrada, portanto requer uma única perfuração no tanque, além disto, os cálculos de densidade e compensação de temperatura são feitos na própria unidade eletrônica não necessitando portanto de hardware adicional e as indicações estão disponíveis em campo.

3.4. Refratômetro

Os refratômetros não são sistemas a 2 fios e portanto requerem alimentação externa em fios separados, a unidade eletrônica é separada e interconectada ao sensor através de um cabo. O refratômetro requer que o prisma que faz a refração da luz esteja sempre limpo, portanto cuidados especiais devem ser tomados na instalação para não ocorrer o acúmulo de resíduos. Este tipo de medidor só pode ser aplicado em fluidos em movimento, portanto são inadequados para instalação direta em tanques.

3.5. Areômetros

Os areômetros não fornecem medição contínua, são utilizados para medições periódicas, tomando-se amostras do produto. Algumas aplicações requerem precauções especiais pois podem expor os operários a substâncias tóxicas ou corrosivas no momento de se coletar amostra ou em seu manejo posterior.

A exatidão da medição que se pode obter com estes medidores é muito baixa.

3.6. Análise de laboratório

Da mesma forma que na medição com o areômetro, na medição por análise em laboratório deve-se coletar uma amostra do fluido de processo e analisá-lo no laboratório.

Apesar da exatidão conseguida na medição da densidade ou concentração em laboratório ser em geral muito boa, em muitos casos os valores obtidos não correspondem à realidade pois as condições ambientais do processo não podem ser reproduzidas em laboratório, o que pode ocasionar erros na análise.

Em processos que variam rapidamente (por exemplo em alguns processos de fermentação), o tempo de demora na análise pode levar a tomar decisões errôneas, pois o valor conseguido na análise carece de validade.

O transmissor de densidade DT303 oferece medição em tempo real do que está acontecendo no processo, nas condições em que se encontra o líquido. Deste modo, a medição é muito mais confiável da que se pode obter em laboratório.

4. Aplicações

A versatilidade do DT303 permite ao usuário utilizar a unidade de medição mais indicada de acordo com o processo. A indicação deste transmissor pode ser expressa em unidades de densidade tais como: g/cm^3 , kg/m^3 , lbm/ft^3 , densidade relativa (@20°C, @4°C) ou concentração ($^{\circ}\text{Brix}$, $^{\circ}\text{Baumé}$, $^{\circ}\text{Plato}$, $^{\circ}\text{API}$, $^{\circ}\text{INPM}$, $^{\circ}\text{GL}$, % de sólidos, % de Concentração).

A troca de uma unidade de medição por outra não implica na necessidade de recalibração do transmissor.

Algumas aplicações freqüentes são:

- **Refinarias de óleo:**
 - Óleos vegetais,
 - Extração de miscela.

- **Usinas de açúcar e álcool:**
 - Grau Brix no mosto e no mel,
 - Grau Brix no xarope, entre efeitos e no último estágio de evaporação,
 - Densidade do lodo no decantador,
 - Grau alcoólico do álcool hidratado e anidro,
 - Grau Baumé do leite de cal.

- **Indústrias alimentícias:**
 - Densidade do leite pré-condensado,
 - Diluição de Amido,
 - Densidade da água pesada,
 - Méis, geléias, gelatinas.

- **Indústrias de bebidas:**
 - Grau Plato na fermentação da cerveja,
 - Grau Plato nos cozinhadores de cerveja,
 - Grau alcoólico de aguardente,
 - Grau Brix na diluição de xaropes,
 - Concentração/diluição de sucos de frutas,
 - Refrigerantes, café solúvel, vinho, malte, tequila.

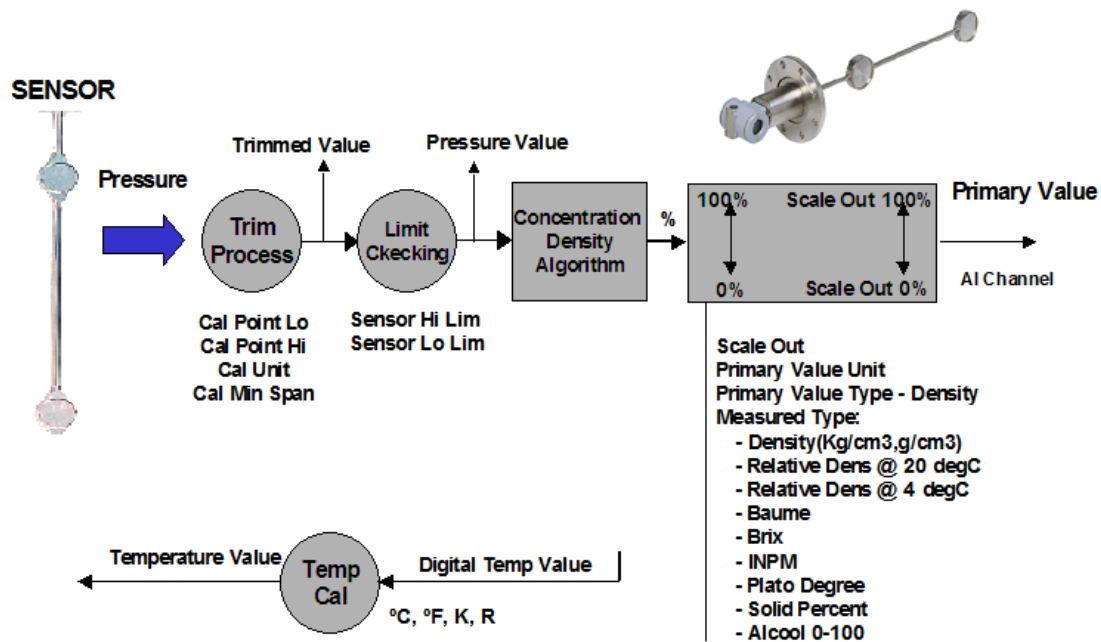
- **Químicas e petroquímicas:**
 - Nível de interface água/óleo em tanques tratadores e separadores,
 - Densidade de óleo cru, óleos lubrificantes,
 - Densidade de gasolina, óleo diesel, querosene, GLP,
 - Água de lavagem de gases,
 - Concentração e diluição de ácidos,
 - Concentração de soda cáustica,
 - Diluição de leite de cal.

- **Indústria de Celulose e papel:**
 - Concentração de licor verde, licor negro, licor branco,
 - Densidade da lama cal,
 - Concentração de soda cáustica,
 - Diluição de amido,
 - Diluição de talco, cinzas,
 - Concentração de tinta.

- **Mineração e siderurgia:**
 - Densidade de polpa de minério,
 - Recuperação de finos,
 - Célula de flotação, raspadores,
 - Extração de lama, lixívia,
 - Diluição de ácidos,
 - Decapagem de chapas de aço.

5. Diagrama de blocos

A figura a seguir exemplifica o diagrama de blocos funcional do DT303, segundo o Profile V3.0. O DT303 possui um bloco Analog Input, onde troca ciclicamente o valor da densidade/concentração com o mestre classe 1 do Profibus.



O arquivo gsd e as DDs do DT303 podem ser adquiridas gratuitamente na web: www.smar.com.br

6. Conclusão

O transmissor digital de densidade e concentração de inserção por diferencial de pressão hidrostática Smar, DT303, que pode ser utilizado para monitoração e controle de processos industriais oferece um feedback em tempo real com alta precisão da densidade e concentração de líquidos.

Este transmissor possui características que fazem seu desempenho ser superior à transmissores que utilizam outras técnicas para medição de densidade.

O DT303 pode ser aplicado em todos os segmentos industriais.